

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-258421
 (43)Date of publication of application : 22.09.2005

(51)Int.Cl.

G02B 27/22

(21)Application number : 2005-028905

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 04.02.2005

(72)Inventor : FUKUSHIMA RIEKO
 SAISHIYU TATSUO
 TAIRA KAZUKI
 HIRAYAMA YUZO

(30)Priority

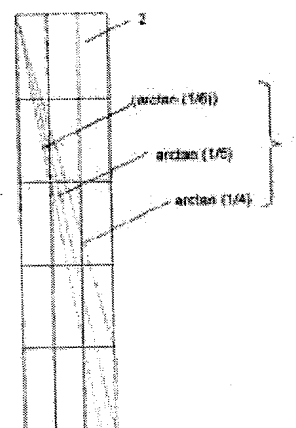
Priority number : 2004032973 Priority date : 10.02.2004 Priority country : JP

(54) THREE-DIMENSIONAL IMAGE DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent display blocking by improving resolution balance of a three-dimensional image.

SOLUTION: This three-dimensional image display device is equipped with a two-dimensional image display device 14 where pixels constituting a pixel group displaying an element image are arranged in a matrix shape and an optical plate 6 which has exit pupils made to correspond to the pixel group and controls light beams from the pixels from the pixel group, and the exit pupils of the optical plate has nearly vertically successive structures and the angle between the succession direction of the exit pupils and the column direction of pixel arrangement in the two-dimensional display device is represented as $\arctan(1/n)$, where (n) is a natural number different from a multiple of 3.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2005-258421
(2005-258421A)
(43) 公開日 平成17年9月22日(2005.9.22)

(51) Int. Cl. 7

G02B 27/22

F1
G02B 27/22

テーマコード(参考)

審査請求有 請求項の数 19 OL (全 32 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日 (31) 優先権主張番号 (32) 優先日 (33) 優先権主張国	特願2005-28905 (P2005-28905) 平成17年2月4日(2005.2.4) 特願2004-32973 (P2004-32973) 平成16年2月10日(2004.2.10) 日本国(JP)
(71) 出願人 (74) 代理人 (74) 代理人 (74) 代理人 (74) 代理人 (74) 代理人 (74) 代理人	00003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号 100075812 吉武 繁次 弁理士 100086889 英俊 弁理士 100082491 泰和 弁理士 100096921 弘 弁理士 100103263 康 弁理士 川崎 康

最終頁に続く

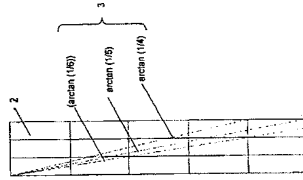
(54) 【発明の名称】 三次元画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 三次元画像の解像度/バランスを改善し表示歪みを防止することを可能にする。

【解決手段】 要素画像を表示する画素群を構成する画素がマトリックス状に配置される二次元画像表示装置1 4と、画素群に対応付けられた射出頭を有し、画素群の画素からの光線を制御する光線制御子6を備え、光線制御子の射出頭は略垂直方向に連続した構造をとり、かつ射出頭の連続した方向と、二次元画像表示装置の画素配列の列方向とのなす角度が、 n を3の倍数と異なる自然数としたとき、 $\arctan(1/n)$ で与えられる。

【図1】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 要素画像を表示する画素群を構成する画素がマトリックス状に配置される二次元画像表示装置と、

前記画素群に対応付けられた射出頭を有し、前記画素群の画素からの光線を制御する光線制御子を備え、前記光線制御子の前記射出頭は略垂直方向に連続した構造をとり、かつ前記射出頭の連続した方向と、前記二次元画像表示装置の画素配列の列方向とのなす角度が、 n を3の倍数と異なる自然数としたとき、 $\arctan(1/n)$ で与えられることを特徴とする三次元画像表示装置。

【請求項2】 基準視差数 N が自然数 n の二乗 n^2 で与えられることを特徴とする請求項1記載の三次元画像表示装置。

【請求項3】 n は4以上の自然数であることを特徴とする請求項1または2記載の三次元画像表示装置。

【請求項4】 n は4または5であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の三次元画像表示装置。

【請求項5】 三次元画像の水平解像度と垂直解像度の比が前記二次元画像表示装置の水平解像度と垂直解像度の比と一致するように構成されたことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の三次元画像表示装置。

【請求項6】 前記要素画像を構成する画素領域が略正方形になっていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の三次元画像表示装置。

【請求項7】 前記要素画像の形成領域が略 n 行 \times n 列の正方向領域であり、同一視差番号を有するRGBサブピクセルが、要素画像を形成する n 行のうち、互いに異なる3行にわたって位置していることを特徴とする請求項6記載の三次元画像表示装置。

【請求項8】 前記要素画像の形成領域が略 n 行 \times n 列の正方向領域であり、同一視差番号を有するRGBサブピクセルが、要素画像を形成する n 行のうち、互いに異なる3列にわたって位置していることを特徴とする請求項6記載の三次元画像表示装置。

【請求項9】 要素画像を表示する画素領域を形成する複数のサブピクセルの中でも、射出頭を透過して観察できる位置に近いR、G、Bの3つのサブピクセルをグループ化して同一の視差番号が配されることを特徴とする請求項7または8記載の三次元画像表示装置。

【請求項10】 同一の視差番号を有するRGBサブピクセルの配置が、所属する要素画像が異なっても同一であることを特徴とする、請求項1乃至4記載の三次元画像表示装置。

【請求項11】 m 、 l を正の整数とした場合に、視差番号 m と視差番号 $(m+n \times l)$ を有するRGBサブピクセルの配置が同一であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の三次元画像表示装置。

【請求項12】 複数の要素画像をまたがる単一の列で見た場合に、上に向かって視差番号が1から N まで連続的に増加し、これを繰り返すことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の三次元画像表示装置。

【請求項13】

要素画像を表示する要素群を構成する要素がマトリックス状に配置される二次元画像表示装置と、
前記要素群に対処付けられた射出瞳を有し、前記要素群の要素からの光線を制御する光線制御子を備え、
前記光線制御子の前記射出瞳は略垂直方向に連続した構造をとり、かつ前記射出瞳の連続した方向と、前記二次元画像表示装置の要素配列の列方向とのなす角度が、 n を3と異なる自然数としたとき、 $\arctan(1/n)$ で与えられ、かつ、基準視差数 N が n の二乗 n^2 で与えられたことを特徴とする三次元画像表示装置。

【請求項14】

n は4以上の自然数であることを特徴とする請求項13記載の三次元画像表示装置。

【請求項15】

基準視差数 N が16、または25であることを特徴とする請求項13または14記載の三次元画像表示装置。

【請求項16】

要素画像を表示する要素群を構成する要素がマトリックス状に配置される二次元画像表示装置と、

前記要素群に対処付けられた射出瞳を有し、前記要素群の要素からの光線を制御する光線制御子を備え、

前記光線制御子の前記射出瞳は略垂直方向に連続した構造をとり、かつ前記射出瞳の連続した方向と、前記二次元画像表示装置の要素配列の列方向とのなす角度が、 n を4以上の自然数としたとき、 $\arctan(1/n)$ で与えられることを特徴とする三次元画像表示装置。

【請求項17】

基準視差数 N が自然数 n の二乗 n^2 で与えられることを特徴とする請求項16記載の三次元画像表示装置。

【請求項18】

基準視差数 N は36、49、64、81であることを特徴とする請求項17記載の三次元画像表示装置。

【請求項19】

n は6、7、8、9であることを特徴とする請求項16記載の三次元画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】
本発明は、三次元画像を表示可能な三次元画像表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

三次元画像表示技術は様々な分類が可能であるが、多眼式やホログラフ方式とインテグラル・フォトグラフィ方式（以下、1P方式という）のようにメガネなしで三次元画像を表示する場合、例えば、以下の構成を採用することがある。すなわち、二次元的に配列された複数の二次元画像表示用ピクセルが、三次元画像表示用ピクセルを構成し、その前面側に光線制御子を配置する。なお、この光線制御子には、三次元画像表示用ピクセルから一つの二次元画像表示用ピクセルの画像情報のみ取り出せるように設計された射出瞳が三次元画像表示用ピクセル毎に設けられている。すなわち、この光線制御子によって三次元画像表示用ピクセルを部分的に遮り、観察者が射出瞳を介して観察する二次元画像表示用ピクセルを観察位置毎に異ならしめることで、メガネを使用することなく三次元画像を観察することができる。

【0003】

さらに1P方式について詳細に説明すると、三次元画像表示用ピクセルに表示される画像を要素画像という。要素画像とは、射出瞳をピンホールに置き換えた場合に撮影されるピンホールカメラ画像に相当している。

【0004】

ただし、現状ではピンホールカメラの縦横フィルムの比に比べて電子デバイスの解像度は低く、本明細書で扱う要素画像とは、撮影角度を異ならせた複数の二次元画像を構成する画像の集合体に過ぎない。すなわち、前述の構成によって、個々の三次元画像表示用ピクセルに表示された要素画像、すなわち複数の異なる方向から撮影した二次元画像（縦横画像）の構成要素の集まりのうち、観察者の観察方向に一致した要素情報、すなわち実際に三次元画像が存在した場合に見えなければならない要素情報のみが視認される。

【0005】

多眼式と1P方式の相違は、電子デバイスの解像度の低さが原因で発生している。理想的には要素画像の撮影角度は連続しているべきだが、電子デバイスの解像度が不足していることと、離散的にならざるを得ない。この時に、射出瞳と要素を結ぶ線、すなわち射出瞳を経由して射出する光線同士が、短距離で集光するように設計されているのが多眼式、集光点を設けないのが1P方式である。

【0006】

2眼式は、各撮影位置で透視投影的に取得した二次元画像が眼間距離（ほぼ65mm程度）で離間した一対の点に集光するような設計を採用した三次元画像表示方式である。この設計によると、観察者は画面から観察視距離だけ離れた位置で、メガネを使用することなく右眼と左眼とで別々の像（2つの撮影位置で撮影した各二次元画像）を見ることができ、さらに、上記一対の集光点を水平方向に2つ以上並べると、観察位置を左及び/または右方向に移動させるのに応じて、左眼で観察される像及び右眼で観察される像の双方が切り替わる。したがって、観察者は、観察位置の移動に応じて三次元画像が変化する様子を確認することができる。

【0007】

他方、1P方式は、各撮影位置で撮影した二次元画像が一点に集光しないような設計を採用した三次元画像表示方式である。例えば、観察位置が表示面から無限遠だけ離れた場合を想定し、その場合に片眼で観察される画像が観察角度に応じた複数の撮影位置で撮影した各画像毎に切り替わるように設計する。典型的な例では、異なる射出瞳同士から射出する光線同士が平行になるように設計することにより、平行投影法で撮影した画像を用いて三次元画像表示用画像を作成することができる。

【0008】

このような設計によると、現実的には表示面から無限遠だけ離れた位置から観察することはないので、片眼で観察される二次元画像が何れかの撮影位置で撮影した二次元画像と等しくなることはない。しかしながら、右眼で観察される二次元画像と左眼で観察される二次元画像のそれぞれは、複数の方向から平行投影法で撮影した画像の足し合わせにより構成されることで、平均的にはその観察位置から撮像した透視投影法による二次元画像となる。このような構成により右眼と左眼で別々の像を見ることができ、観察者が知覚する三次元画像は、撮影された物体を何れかの方向から実際に観察した場合に認識される三次元画像と同等となる。すなわち、1P方式では観察位置を仮定していない。

【0009】

1P方式と多眼式、さらに眼間距離より短いピッチで集光点を設けた稠密多眼式について、二次元画像表示装置の非表示部が原因で発生する表示障害の発生の違いについて説明する。

【0010】

前述した構成により、1P方式では視距離の一点から観察した場合に射出瞳を経由して見える画像の位置は不定である。すなわち、要素の観察される位置が射出瞳ごとに周期的に変化する。このため、1P方式においては、非表示部（画素境界）が見える射出瞳が画面内に周期的に分布することから、画面内の傾斜変化として視認される。これに対し、多眼式の場合は視距離において集光する設計になっていることから、短距離の一点から観察した場合に全ての射出瞳から要素の同一位置が観察され、集光する要素数が $1/n$ に低下することとで集光点を n 倍に増加した稠密多眼式の場合も、全射出瞳数の $1/n$ の射出瞳か

らは画素の同一位置が観察される。すなわち、多眼式の場合は、全射出瞳からは非表示部が完全に見えない、もしくは、全射出瞳から非表示部が見えない状態が発生する。言い換えると、1P方式では画面内には発生していた非表示部が原因の輝度ムラが、多眼式では観察者がいる空間における輝度分布ムラとして発生する。視距離において画素中心が見える射出瞳を1/nに減らし集光点をn倍に増やすことで、観察位置の水平方向への移動に対して常に一定の割合で非表示分が見えるように設計された稠密多眼式では、視距離上の空間における輝度変化は抑制されているものの、二次元画像表示装置の開口率や光線制御子の射出瞳（窓部）の開口率の制御をしないと輝度変化を完全に無くすることはできない（例えば、特許文献1参照）。

10

【0011】
1P方式、多眼方式、稠密多眼方式のいずれの方式においても、三次元画像表示用ピクセルを構成するために複数の二次元画像表示用ピクセルが用いられることから、再生される三次元画像の解像度は電子デバイスのオシジナルの解像度より低下する。この解像度の低下を抑制する目的で、立体感取得に有効な水平方向の増減情報だけ与える方法が既に検討されている（一次元1P方式、一次元多眼方式）。この場合、光線制御子の射出瞳は垂直方向に連続した形状とし、要素画像は水平方向にのみ展開される。すなわち垂直方向については増減情報を与えない。水平方向の解像度低下に関しては、LCD等の電子デバイスの画素配列に着目し、水平に隣接したRGBのトリプレットを1画素としていた従来の扱いから、縦に隣接したトリプレットで1画素として扱うことで、垂直方向の解像度を1/3に低下する代わりに水平方向の解像度を3倍に増加することが検討されている（例えば、特許文献2参照）。

20

【0012】
また、前述したように、解像度の低下の問題に加えて二次元画像表示装置の非表示部と光線制御子との作用で発生する非表示部が原因の表示阻害がある。これに関しては、特許文献1で、多眼式の三次元画像表示装置において、この表示阻害への対策と解像度バランスの改善を兼ねて、光線制御子を傾けることが提案されている。光線制御子を傾けることで、視距離において非表示部が観察される領域を空間的に分散し、輝度変化が抑えられる。しかしながら、電子デバイスの非表示部が縦ストライプ状ではなく格子状に形成されていることから、非表示部が原因の輝度変化を完全に抑制するためには、レンズを傾けるとともに厳密に二次元画像表示装置と光線制御子の射出瞳（窓部）の開口率を制御する必要がある。さらには、光線制御子を傾けることで、垂直解像度が水平解像度に割り振ることが可能なために、水平方向にのみ増減情報を与えることによる解像度バランスの悪化を改善する方法についても言及している。

30

【特許文献1】米国特許第6,064,424号明細書
【特許文献2】特開平10-253926号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】

【0013】
しかしながら、そのバランスは以下に示す理由から十分改善されているとはいえない。1P方式または多眼式といった、複数の増減画像を観察できる領域を振り分けることで三次元画像を表示する場合には、その構成が原因で、用いた二次元画像表示装置の本来の解像度より三次元画像表示装置の解像度が低下し、かつ非表示部が原因で表示阻害が発生する問題がある。

40

【0014】
本発明は、上記事項を考慮してなされたものであって、最終的な解像度バランスを改善し、表示阻害を防止することのできる三次元画像表示装置を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】

【0015】
本発明の一態様による三次元画像表示装置は、要素画像を表示する画素群を構成する画素がマトリックス状に配置される二次元画像表示装置と、前記画素群に対応付けられた射

50

出瞳を有し、前記画素群の画素からの光線を制御する光線制御子を備え、前記光線制御子の前記射出瞳は略垂直方向に連続した構造をとり、かつ前記射出瞳の連続した方向と、前記二次元画像表示装置の画素配列の列方向とのなす角度が、nを3の倍数と異なる自然数としたとき、 $\arctan(1/n)$ で与えられることを特徴とする。

【0016】
なお、基準増減数Nが自然数nの二乗 n^2 で与えられてもよい。
【0017】
なお、nは4または5であることが好ましい。
【0018】
なお、三次元画像の水平解像度と垂直解像度の比が二次元画像表示装置の水平解像度と垂直解像度の比と一致するように構成されていてもよい。

10

【0019】
なお、前記要素画像を構成する画素領域が略正方形になっていてもよい。
【0020】
なお、前記要素画像の形成領域が略n行×n列の正方領域であり、同一視差番号を有するRGBサブピクセルが、要素画像を形成するn行のうち、互いに異なる3行にわたって位置していてもよい。

【0021】
なお、前記要素画像の形成領域が略n行×n列の正方領域であり、同一視差番号を有するRGBサブピクセルが、要素画像を形成するn行のうち、互いに異なる3列にわたって位置していてもよい。
【0022】
なお、要素画像を表示する画素領域を形成する複数のサブピクセルの中でも、射出瞳を経由して観察できる位置に近いR、G、Bの3つのサブピクセルをグループとして同一の増減番号が配されてもよい。

20

【0023】
なお、同一の増減番号を有するRGBサブピクセルの配置が、所属する要素画像が異なっても同一であってもよい。
【0024】
なお、m、1を正の整数とした場合に、増減番号mと増減番号 $(m+n \times 1)$ を有するRGBサブピクセルの配置が同一であってもよい。
【0025】
なお、複数の要素画像をまたがる単一の列で見えた場合に、上に向かって視差番号が1からNまで連続的に増加し、これを繰り返してもよい。

30

【0026】
また、本発明の第2の態様による三次元画像表示装置は、要素画像を表示する画素群を構成する画素がマトリックス状に配置される二次元画像表示装置と、前記画素群の画素からの光線を制御する光線制御子を備え、前記光線制御子の前記射出瞳は略垂直方向に連続した構造をとり、かつ前記射出瞳の連続した方向と、前記二次元画像表示装置の画素配列の列方向とのなす角度が、nを3と異なる自然数としたとき、 $\arctan(1/n)$ で与えられ、かつ、基準増減数Nがnの二乗 n^2 で与えられることを特徴とする。

40

【0027】
なお、nは4以上の自然数であってもよい。
【0028】
なお、基準増減数Nが16、または25であってもよい。
【0029】
また、本発明の第3の態様による三次元画像表示装置は、要素画像を表示する画素群を構成する画素がマトリックス状に配置される二次元画像表示装置と、前記画素群に対応付けられた射出瞳を有し、前記画素群の画素からの光線を制御する光

50

線制御子を備え、前記光線制御子の前記射出軸は略垂直方向に連続した構造をとり、かつ前記射出軸の連続した方向と、前記二次元画像表示装置の画素配列の列方向とのなす角度が、 n を 4 以上の自然数としたとき、 $\arctan(1/n)$ で与えられることを特徴とする。

- 【0030】なお、基準視差数 N が自然数 n の二乗 n^2 で与えられてもよい。
- 【0031】なお、基準視差数 N は 36、49、64、81 であってもよい。
- 【0032】なお、 n は 6、7、8、9 であってもよい。
- 【発明の効果】
- 【0033】本発明によれば、三次元画像の解像度バランスを改善し表示阻害を防止することができ

10

る。
【発明を実施するための最良の形態】
【0034】以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、各図において、同様または類似する機能を有する構成要素には同一の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0035】本発明の一実施形態による三次元画像表示装置を、図面を参照して説明する。まず、三次元画像表示装置の一般的な構成を図 24 に示す。この図 24 に示す三次元画像表示装置は、例えば液晶パネルからなる二次元画像表示装置 14 と、光線制御子 6 と、を備えている。

20

【0036】二次元画像表示装置 14 は、表示面内に位置が定められた画素が平面的にマトリクス状に配置されているものである。直視型や投影型の液晶表示装置やプラズマ表示装置や電界放出型表示装置や有機 EL 表示装置などであってもよい。光線制御子 6 とは、その概略垂直方向に延び概略水平方向に周期構造をもつスリットまたはレンチキュラーレンズが使用される。この場合、水平方向 41 ののみ視差があり視距離に応じて画像が変わるが、垂直方向 42 には視差がないために、観察位置によらず一定の画像が視認される。なお、図 24 において、符号 43 は観察者の単眼の位置を示す。

30

【0037】本実施形態による三次元画像表示装置においては、二次元画像表示装置の表示面は、 R (赤)、 G (緑)、 B (青) のサブピクセルがアレイ状に配置されている。なお、 R (赤)、 G (緑)、 B (青) のサブピクセルは、カラーフィルタを表示面上に適切に配置することにより実現される。そして、本実施形態においては、図 2 に示すように、光線制御子 6 は、例えばレンチキュラーレンズ 7 からなっている。そして、このレンチキュラーレンズ 7 の長軸は、サブピクセル列に対して所定の角度 θ ($\neq 0$) だけ傾いている。なお、図 2 においては、符号 4 はサブピクセルの開口幅を示し、符号 5 はブラックマトリクスを示す。本実施形態においては、サブピクセルは、開口部 4 とブラックマトリクス 5 を含むものとする。したがって、サブピクセルは隣接して縦、横に配列されている。このサブピクセルは、縦と横のサイズの比が 3:1 になっている。

40

【0038】本実施形態において、レンチキュラーレンズ 7 の長軸を、サブピクセル列に対して所定の角度 θ ($\neq 0$) だけ傾けた理由を説明する。

【0039】水平解像度を増やすために、縦に並ぶ R 、 G 、 B からなる 3 つのサブピクセルを 1 画素として扱い、かつ光線制御子 6 を傾けた場合、表示される三次元画像の水平解像度 H および垂直解像度 V は、次の (1) 式で示される。

$$H = \text{Horiginal} \times 3 \div N \div a$$

50

$$V = \text{Voriginal} \div 3 \times a \quad (1)$$
ここで、 Horiginal は二次元画像表示装置の水平解像度、 Voriginal は二次元画像表示装置の垂直解像度、 N は視差数、 a は光線制御子を傾けることで垂直解像度が水平解像度に割り振られる割合を示す。

【0040】よって、二次元画像表示装置の水平解像度 Horiginal と垂直解像度 Voriginal の比率を三次元画像表示装置でも維持しようとした場合、次の (2) 式の関係を満たす必要がある。

$$\text{Horiginal} : \text{Voriginal} = (\text{Horiginal} \times 3 \div N \div a) : (\text{Voriginal} \div 3 \times a)$$

10

すなわち、 $3/(N \cdot a) = a/3$
したがって、 $N = (3/a) \cdot 2 \dots (2)$
となる。

【0041】

次に、光線制御子を傾けることで、垂直解像度が水平解像度に割り振られる現象について説明する。図 1 に、二次元画像表示装置の画素に対する光線制御子のさまざな傾きを示す。なお、図 1 において、符号 3 は二次元画像表示要素上に焦点を一致させた光線制御子 7 の略垂直方向に連続する射出軸の一つを介して単眼で観察される領域を示す。観察位置の移動に応じて、この符号 3 で示された領域は水平方向にシフトする。従来の場合のように光線制御子の射出軸が、上記画素と同様に垂直に連続した形状の場合には、光線制御子 7 の射出軸の一つを経由してその中心が観察される (符号 3 で示された領域にその中心が一致する) 画素は、一列の画素すべてがかそれとも全く無いかのみであり、観察者の移動に応じて符号 3 で示された領域が移動することによる二次像が切り替わる周期はサブピクセルの水平幅に一致していた。これに対し、光線制御子 7 を傾けることで、符号 3 で示された領域と画素中心が一致できなくなる。画素中心が一致する周期はサブピクセル 3 で示された領域が移動した場合、画素中心が一致する画素は 4 行おきに、5 行の割合で傾斜するサブピクセル同士の境界部分である非表示部も同時に符号 3 で示された領域に存在するようになる。図 1 ではサブピクセル 2 の横 3 列に対し、縦 4 行、5 行、6 行の割合で傾けた例が示されている。縦 4 行の場合は 3 行おきに、5 行の場合は 4 行おきに、6 行の場合は 1 行おきに、符号 3 で示された領域と画素の位置関係が同一になっている。すなわち、符号 3 で示された領域に対する相対位置が同一の (略垂直方向に連続する射出軸の一つを介して観察される箇所が同一の) 画素が $1/4$ 、 $1/5$ 、 $1/6$ に減少している。一方、水平方向に関しては、光線制御子が画素に対して垂直だった場合に比較して、 $1/4$ サブピクセル幅、 $1/5$ サブピクセル幅、 $1/6$ サブピクセル幅の周期で、符号 3 で示された領域に対して画素中心が一致する画素が出現する。すなわち、水平解像度が 4 倍、5 倍、2 倍に増加する。このような解像度を横解像度に割り分ける効果と非表示部が原因で発生する表示阻害防止対策については、特許文献 1 に詳細が述べられている。

30

【0042】

以上のように、光線制御子を傾けることで垂直解像度を水平解像度に割り振ることができ、サブピクセル 2 の形状が影響する。二次元画像表示装置として用いられる例えば液晶表示装置は、 RGB の三つのサブピクセルで正方形のピクセルを構成するように設計され、かつ、文字などの縦の直線を多く表示するような設計では、縦ストライプ配列のカラーフィルターを用いる場合が多いことから、そのサブピクセルの形状は、図 1 に示したような垂直:水平 = 3:1 の比率になっている。三次元画像表示装置において水平解像度を増加させるために、水平方向に隣接した 3 つのサブピクセルではなく、異なる 3 行に分散した 3 つのサブピクセル 2 一つの画素として扱う場合、光線制御子の縦線の傾き θ を

$$\theta = \arctan(1/n) \quad (3)$$

とした場合に、符号 3 で示された領域に対して画素中心が一致する画素が出現する周期がサブピクセル幅の $1/n$ となることでサブピクセル単位での水平解像度が n 倍になると同

40

50

時に、この $1/n$ 周期で符号3で示された領域と中心が一致した、水平方向に隣接したRGBの3サブピクセル（垂直方向には一致しない）で1ピクセル（トリプレット）を構成することから、垂直解像度が水平解像度に振り分けられる割合aは、

$$a = \frac{3}{n} \quad (4)$$

で与えられる。つまり、本発明の3次元画像表示時のトリプレットは、RGBサブピクセルの観察可能位置が微妙にずれている（符号3で示された領域とRGBの3つのサブピクセル中心が同時に一致することがない）。よって、以下、本明細書では、略一致する、と表現する。実際は符号3で示された領域と画素中心が一致していない状態でも画素の一部は射出瞳を経由して視認されることから、この略一致したRGBサブピクセルが同時に見える領域は存在する。よって、図1の場合は、 $\theta = \arctan(1/4)$ 、 $\arctan(1/5)$ 、 $\arctan(1/6)$ となり、垂直解像度が水平解像度に振り分けられる割合aは、 $a = 3/4$ 、 $3/5$ 、 $1/2$ となる。

【0043】

よって、(3)式で光線制御子の傾きを与えたと同時に前述の(2)式を満たすようにnとNの間隔を満たすことで、水平方向と垂直方向の解像度の低下の割合を一致させることができる。すなわち、Nとnが次の関係

$$N = n^2 \quad (5)$$

を満たすように設計すればよい。

【0044】

自然数nそれぞれに対する、視差数N、垂直解像度が水平解像度に割り振られる割合a、レンズの傾き角 θ 、要素画像サイズを図25に示す。この図25から分かるように、サブピクセル2の形状が原因で、 $N = 9$ ($n = 3$) の場合は、縦解像度を横解像度に振り分ける効果と、非表示部が原因で発生する表示阻害防止効果が得られない。

【0045】

(5)式の関係を満たすように視差数Nを定めた例を、QUXGAパネル（水平解像度Hが3200で垂直解像度Vが2400であるパネル）で説明する。

$$(3200 \times 3 \div 16 \div a) : (2400 \div 3 \times a) = 800 : 600$$

$$a = 3/4 \rightarrow SVGA$$

$$(3200 \times 3 \div 5 \div a) : (2400 \div 3 \times a) = 640 : 480$$

$$a = 3/5 \rightarrow VGA$$

【0046】

すなわち、視差数と傾きを(2)～(4)式で制御することで、表示される3次元画像の解像度を従来の二次元画像表示における一般的な解像度に一致させることができた。

【0047】

以下、特許文献1との違いと本実施形態との差異について詳細に説明する。

【0048】

まず、特許文献1では、SVGAパネル（解像度：800(H)×600(V)）において、3、5、6、7といった比較的少ない視差数を、 $\theta = \arctan(1/n)$ 、 $n = 6$ 、9、12といった傾きで振り分けている（図3参照）。このため、本実施形態の計算方法（(1)～(4)式）を用いて計算すると、水平解像度が非常に多くなる。例えば、6視差を $\theta = \arctan(1/6)$ で与えた例があるが（図2参照）、(4)式より $n = 6$ 、(3)式より $a = 1/2$ となる。すなわち、この傾きが垂直解像度を水平解像度に振り分ける割合aが $1/2$ であることから、

$$a = 1/2$$

$$\text{すなわち、}(800 \times 3 \div 6 \div a) : (600 \div 3 \times a) = 800 : 100$$

と、非常に水平解像度が高い結果となる。同様に、5視差を $\theta = \arctan(1/6)$ で、7視差を $\theta = \arctan(1/6)$ で与えた場合は以下で与えられている。

$$a = 1/2$$

$$\text{すなわち、}(800 \times 3 \div 5 \div a) : (600 \div 3 \times a) = 960 : 100$$

$$a = 1/2$$

$$\text{すなわち、}(800 \times 3 \div 7 \div a) : (600 \div 3 \times a) = 685 : 100$$

【0049】

なお、特許文献1中では 480×200 、 342×200 と上記計算とは異なる値になっている。この理由としては、特許文献1では、光線制御子を経由して視認された状態でRGBの各サブピクセルが略正方面像になる設計を採用している（図5参照）ことがあげられる。なお、図5において、符号9は、三次元画像表示用サブピクセルを示す。そして、特許文献1では、これらの光線制御子を経由して視認された状態で略正方面素になっているRGBサブピクセルのうち、比較的近い位置にあるRGBの3つのサブピクセルをグループ化して1画素と扱うことを提言している。このような扱いをしたとしても、 480×200 、または 342×200 という水平解像度と垂直解像度の比はこの特許文献1独自の解像度バランスであり、一般的な画素形状である、RGBトリプレットの正方面素から三次元画像が構成されていない。

【0050】

本実施形態による三次元画像表示装置は、この特許文献1とはこの点で全く異なる。本実施形態においては、RGBトリプレットで正方面素として視認されることを目的としている。すなわち、(2)～(4)式に従って傾きと視差数の関係を定義し、光線制御子を経由して視認された面像の構成画素のRGBトリプレットが略正方形となるような設計である（図4参照）。なお、図4において、符号8は三次元画像表示におけるピクセルを示す。

【0051】

これを実現するためのピクセルマッピングについて、前述したQUXGAにおいて $N = 16$ の場合を、図6(a)、(b)を参照して説明する。図6(a)は、レンチキュレーション7の傾きを $\arctan(1/4)$ とした際の、カラーフィルタがスタライプ配列された二次元画像表示装置への視差面像の配置を示し、図6(b)は、複数の要素面像の相対位置を示す図である。なお、図6(a)、(b)において、符号10は視差番号を示し、符号11は三次元面像の構成単位である単一面素に相当する射出瞳とこれに対応した要素面像が表示される範囲を示す。(2)～(4)式で視差数($N = 16$)と光線制御子の傾き角($\theta = \arctan(1/4)$)が決まる。この結果、三次元画像表示用ピクセルは 4×4 画素（トリプレット）列（ $= 12$ サブピクセル行）の平行四辺形（略正方形）に定まる。この中で、 $3/4$ ($= a$) の採択率を満たすように、RGBサブピクセルを異なる行に涉てマッピングする。つまり、光線制御子の傾きが無かった場合に3行（ $= RGB$ ） \times （5+1/3）画素（トリプレット）列（ $= 16$ サブピクセル行） $= 48$ サブピクセルから構成されていた三次元画像表示用ピクセルが、この合計のサブピクセル数を維持しながら略正方形の形状にすることができた。

【0052】

次に、三次元画像表示用ピクセルを略正方形にすることで得られる効果を説明する。光線制御子を傾ける効果を用いない場合、水平／垂直解像度は次の設計になる。

$$H(3200 \times 3 \div 16) \times V(2400 \div 3) = H(600) \times V(800)$$

【0053】

QUXGAパネルの外形が水平：垂直 $= 4 : 3$ であることから、水平／垂直解像度（画素数）が $4 : 3$ であれば、水平／垂直方向のサンプリング間隔は同一となり、三次元画像表示時の画素形状は正方形になる。ここで、三次元画像表示用ピクセルとは、具体的に、表示方向から取得（撮像／作成）した視差面像から構成された視差面像の集合である要素面像が表示される領域を指す。従来の $H(600) \times V(800)$ という三次元画像表示用ピクセル数では、水平／垂直方向のサンプリング間隔が異なっている（三次元画像表示時の画素形状が正方形でない）ことから、例えば $H(3200 \times 3) \times V(2400)$ の解像度で視差面像を作成し、これから不要な画素情報を除き、 $H(600) \times V(800)$ の低解像度の視差面像にしてから要素面像を合成していた。

【0054】

時に、この $1/n$ 周期で符号3で示された領域と中心が一致した、水平方向に隣接したRGBの3サブピクセル（垂直方向には一致しない）で1ピクセル（トリプレット）を構成することから、垂直解像度が水平解像度に振り分けられる割合aは、

$$a = \frac{3}{n} \quad (4)$$

で与えられる。つまり、本発明の3次元画像表示時のトリプレットは、RGBサブピクセルの観察可能位置が微妙にずれている（符号3で示された領域とRGBの3つのサブピクセル中心が同時に一致することがない）。よって、以下、本明細書では、略一致する、と表現する。実際は符号3で示された領域と画素中心が一致していない状態でも画素の一部は射出瞳を経由して視認されることから、この略一致したRGBサブピクセルが同時に見える領域は存在する。よって、図1の場合は、 $\theta = \arctan(1/4)$ 、 $\arctan(1/5)$ 、 $\arctan(1/6)$ となり、垂直解像度が水平解像度に振り分けられる割合aは、 $a = 3/4$ 、 $3/5$ 、 $1/2$ となる。

【0043】

よって、(3)式で光線制御子の傾きを与えたと同時に前述の(2)式を満たすようにnとNの間隔を満たすことで、水平方向と垂直方向の解像度の低下の割合を一致させることができる。すなわち、Nとnが次の関係

$$N = n^2 \quad (5)$$

を満たすように設計すればよい。

【0044】

自然数nそれぞれに対する、視差数N、垂直解像度が水平解像度に割り振られる割合a、レンズの傾き角 θ 、要素画像サイズを図25に示す。この図25から分かるように、サブピクセル2の形状が原因で、 $N = 9$ ($n = 3$) の場合は、縦解像度を横解像度に振り分ける効果と、非表示部が原因で発生する表示阻害防止効果が得られない。

【0045】

(5)式の関係を満たすように視差数Nを定めた例を、QUXGAパネル（水平解像度Hが3200で垂直解像度Vが2400であるパネル）で説明する。

$$(3200 \times 3 \div 16 \div a) : (2400 \div 3 \times a) = 800 : 600$$

$$a = 3/4 \rightarrow SVGA$$

$$(3200 \times 3 \div 5 \div a) : (2400 \div 3 \times a) = 640 : 480$$

$$a = 3/5 \rightarrow VGA$$

【0046】

すなわち、視差数と傾きを(2)～(4)式で制御することで、表示される3次元画像の解像度を従来の二次元画像表示における一般的な解像度に一致させることができた。

【0047】

以下、特許文献1との違いと本実施形態との差異について詳細に説明する。

【0048】

まず、特許文献1では、SVGAパネル（解像度：800(H)×600(V)）において、3、5、6、7といった比較的少ない視差数を、 $\theta = \arctan(1/n)$ 、 $n = 6$ 、9、12といった傾きで振り分けている（図3参照）。このため、本実施形態の計算方法（(1)～(4)式）を用いて計算すると、水平解像度が非常に多くなる。例えば、6視差を $\theta = \arctan(1/6)$ で与えた例があるが（図2参照）、(4)式より $n = 6$ 、(3)式より $a = 1/2$ となる。すなわち、この傾きが垂直解像度を水平解像度に振り分ける割合aが $1/2$ であることから、

$$a = 1/2$$

$$\text{すなわち、}(800 \times 3 \div 6 \div a) : (600 \div 3 \times a) = 800 : 100$$

と、非常に水平解像度が高い結果となる。同様に、5視差を $\theta = \arctan(1/6)$ で、7視差を $\theta = \arctan(1/6)$ で与えた場合は以下で与えられている。

$$a = 1/2$$

$$\text{すなわち、}(800 \times 3 \div 5 \div a) : (600 \div 3 \times a) = 960 : 100$$

$$a = 1/2$$

$$\text{すなわち、}(800 \times 3 \div 7 \div a) : (600 \div 3 \times a) = 685 : 100$$

【0049】

なお、特許文献1中では 480×200 、 342×200 と上記計算とは異なる値になっている。この理由としては、特許文献1では、光線制御子を経由して視認された状態でRGBの各サブピクセルが略正方面像になる設計を採用している（図5参照）ことがあげられる。なお、図5において、符号9は、三次元画像表示用サブピクセルを示す。そして、特許文献1では、これらの光線制御子を経由して視認された状態で略正方面素になっているRGBサブピクセルのうち、比較的近い位置にあるRGBの3つのサブピクセルをグループ化して1画素と扱うことを提言している。このような扱いをしたとしても、 480×200 、または 342×200 という水平解像度と垂直解像度の比はこの特許文献1独自の解像度バランスであり、一般的な画素形状である、RGBトリプレットの正方面素から三次元画像が構成されていない。

【0050】

本実施形態による三次元画像表示装置は、この特許文献1とはこの点で全く異なる。本実施形態においては、RGBトリプレットで正方面素として視認されることを目的としている。すなわち、(2)～(4)式に従って傾きと視差数の関係を定義し、光線制御子を経由して視認された面像の構成画素のRGBトリプレットが略正方形となるような設計である（図4参照）。なお、図4において、符号8は三次元画像表示におけるピクセルを示す。

【0051】

これを実現するためのピクセルマッピングについて、前述したQUXGAにおいて $N = 16$ の場合を、図6(a)、(b)を参照して説明する。図6(a)は、レンチキュレーション7の傾きを $\arctan(1/4)$ とした際の、カラーフィルタがスタライプ配列された二次元画像表示装置への視差面像の配置を示し、図6(b)は、複数の要素面像の相対位置を示す図である。なお、図6(a)、(b)において、符号10は視差番号を示し、符号11は三次元面像の構成単位である単一面素に相当する射出瞳とこれに対応した要素面像が表示される範囲を示す。(2)～(4)式で視差数($N = 16$)と光線制御子の傾き角($\theta = \arctan(1/4)$)が決まる。この結果、三次元画像表示用ピクセルは 4×4 画素（トリプレット）列（ $= 12$ サブピクセル行）の平行四辺形（略正方形）に定まる。この中で、 $3/4$ ($= a$) の採択率を満たすように、RGBサブピクセルを異なる行に涉てマッピングする。つまり、光線制御子の傾きが無かった場合に3行（ $= RGB$ ） \times （5+1/3）画素（トリプレット）列（ $= 16$ サブピクセル行） $= 48$ サブピクセルから構成されていた三次元画像表示用ピクセルが、この合計のサブピクセル数を維持しながら略正方形の形状にすることができた。

【0052】

次に、三次元画像表示用ピクセルを略正方形にすることで得られる効果を説明する。光線制御子を傾ける効果を用いない場合、水平／垂直解像度は次の設計になる。

$$H(3200 \times 3 \div 16) \times V(2400 \div 3) = H(600) \times V(800)$$

【0053】

QUXGAパネルの外形が水平：垂直 $= 4 : 3$ であることから、水平／垂直解像度（画素数）が $4 : 3$ であれば、水平／垂直方向のサンプリング間隔は同一となり、三次元画像表示時の画素形状は正方形になる。ここで、三次元画像表示用ピクセルとは、具体的に、表示方向から取得（撮像／作成）した視差面像から構成された視差面像の集合である要素面像が表示される領域を指す。従来の $H(600) \times V(800)$ という三次元画像表示用ピクセル数では、水平／垂直方向のサンプリング間隔が異なっている（三次元画像表示時の画素形状が正方形でない）ことから、例えば $H(3200 \times 3) \times V(2400)$ の解像度で視差面像を作成し、これから不要な画素情報を除き、 $H(600) \times V(800)$ の低解像度の視差面像にしてから要素面像を合成していた。

【0054】

中に記載された番号10は視差画像番号である。レンチキュラシートはその焦点距離の位置に画素がマトリクス状にに設けられた二次元画像表示装置が位置するように設計されることがよくなり、二次元画像表示装置上の破線（焦点位置）の幅は無限小と仮定する。図15に示したように、レンチキュラレンズが垂直（傾きが零）だった場合、単一の射出瞳からは単一の番号の視差画像のみが視認される。または、符号3で示された領域が水平方向に隣接したサブピクセル間の垂直な画素境界に一致した場合、視差画像は全く視認されない。

【0066】
一方、レンチキュラレンズの傾きが $\theta = \arctan(1/6)$ の場合、光線制御子の射出瞳を介して視認される視差番号を説明するための図を図16に示す。単一の射出瞳を経由して最小でも2視差、最大で3視差の視差画像を同時に視認することになる。以後、本発明の視差画像を主視差、同時に視認してしまっただ他の視差画像を隣接視差と呼ぶ。

【0067】
視差画像の見え方の相違を裏付ける実験結果として、図15に示す配置を採用した1P式三次元画像表示装置では、飛び出し／奥行き量が大きすぎることになる。図15ののに対して、図16に示す配置ではぼけとして視認され、さらには、そのぼけの幅が図15の場合の二重線のずれ幅より広がったことがあげられる。これは、飛び出し／奥行き量の大きなコンデンツでは、視差画像間の相違が大きいため、主視差と同時に隣接視差を見ることが発生するクロストークが認識し易いためである。図15の構成では、本来単一視差番号しか見えないはずであるが、我々の作成した実験ではレンズは多少なりともデフォーカスしており、符号3で示された領域が境界と一致した場合に画制の視差画像を視認する。つまり、主視差画像とともに隣接視差画像を見える場合がある。この主視差画像と同時に視認された隣接画像が原因で二重像が視認された。

【0068】
一方、図16の構成では、符号3で示された領域は画素を斜めに斜切っており、これは主視差画像と隣接視差画像が単一射出瞳を経由して滑らかに切り替わって見えることを意味する。それと同時に、単一射出瞳を経由して見える隣接視差画像が図15に比較して多い。すなわち、隣接視差画像による影響は図15の二重像とは異なり、ぼけとして視認されることとなり、ぼけの範囲は視認される隣接視差画像の多さが原因で図15の場合より広くなるとして理解できる。

【0069】
このように、レンチキュラレンズが斜めに設定されることで、クロストーク量が増えることに加え、クロストークがぼけとして視認される特徴がある。そしてクロストークの発生はコンデンツの飛び出し／奥行き表現領域を制限してしまう。このため、特許文献1中では比較的傾きの小さな $n=6$ 、すなわち選択率が $1/2$ の例を積極的に述べている。

【0070】
本実施形態の $\theta = \arctan(1/4)$ 、 $\theta = \arctan(1/5)$ の場合の光線制御子を介して視認される視差番号を示す図を図17、18にそれぞれ示す。図17に示すように、 $\theta = \arctan(1/4)$ の場合は、クロストークとして見える視差画像は3視差と、 $\theta = \arctan(1/6)$ の場合と同一だが、同時に視認される複数の視差画像の中で主視差画像の占める割合が高いことが分かる。図18に示すように、 $\theta = \arctan(1/5)$ の場合は、クロストークとして見える視差画像は3視差だが、この場合も主視差画像の占める割合は $1/2$ 以上を占めることが分かる。すなわち、これらの傾き、すなわち $\theta = \arctan(1/4)$ 、 $\theta = \arctan(1/5)$ の場合においては、クロストークは発生するものの、主視差画像以外の隣接視差画像の混入する割合が低くなることから、ぼけは低減され、飛び出し／奥行き表現領域を広げる効果がある。

【0071】
以上述べたように、これらの傾き（ $\theta = \arctan(1/4)$ 、または $\arctan(1/5)$ ）を初め、 m を整数としたとき $\theta \neq \arctan(1/3m)$ は、これまでの非表示領域が原因の表示防止以外に、水平垂直解像度の比率を保持、三次元画像表示時の画素形状を矯正

方形にするとともに、要素画像作成時の無駄を省き、かつ二次元画像表示における既存の解像度を考慮することで、コンデンツの流用を容易にし、さらには、奥行き／飛び出し方向の表示可能範囲を広げるといった、複数の新たな効果をもたらす新規な定義である。また特許文献1の概念ではサブピクセル幅の $1/2 \sim 1/4$ 倍のピッチで水平解像度を刻む（水平解像度を2～4倍、垂直解像度を $1/2 \sim 1/4$ 倍とすると）のに対して本実施形態では、行を進めた3つのサブピクセルを同一視差画像に選択することで、 $3/4$ 倍、または $3/5$ 倍といった、 $1/m$ 倍でないピッチで水平解像度を刻むという手法は全く新規のものである。さらには、 $a \neq 1/3m$ の中でも、特に $a = 3/4$ 、 $3/5$ の2値については $1/2$ 以上の値であることから、隣接視差画像の混入の割合が低くなり、よりクロストークが抑制されたクリアな視差画像が視認させることができる。

【0072】
モアレ対策としてレンズを傾けることは効果があることは既に詳細を述べた。さらに述べるなら、LCD（液晶）パネルについてはそのCs線（補助容量線）がサブピクセル画素の中央相当を左右に横切るように設定されているとモアレの抑制に効果的である。これは、Cs線（補助容量線）によりサブピクセルが上下に二分されて開口中心部が二倍になることにより、これまでに述べた内容を応用すると、光線制御子の射出瞳を経由して視察される開口中心の発生周期が短くなるために、画素の非表示部が原因で発生する画素低下の分布が1P方式では画面内で、多眼式では空間内でより均一化できるためである。

【0073】
また、1P方式の場合、視差を最大に確保するためには、標準視差数+1の列で構成した要素画像を離散的に分布させる必要がある（例えば、本出願人による特許出願（特願2002-382389号）参照）、本実施形態の傾きのレンチキュラシートとこの手法を組み合わせることで適用することが可能である。

【0074】
また、以上では要素画像作成の際の視差画像情報取得の効率化を目的に図8に示したように、視差画像のマップピンタを推奨したが、図8における4行毎の三次元画像表示ピクセル1ピクセル幅相当の水平方向のシフトによる画像劣化を避けるためには、三次元画像表示時のピクセル配置を維持した二次元画像を取得すればよい。すなわち、 $800(11) \times 600(V)$ の解像度であるものの、その画素中心が正マトリクスではなく、図8と同じ等の $\theta = \arctan(1/4)$ の傾きの平行四辺形のマトリクス上に配置した視差画像を用いることで、上記の画像劣化を完全に防ぐことができる。これは、実写については実写に用いるカメラの、3D-CGの場合は、画像取得の際に仮定するカメラの画素配列を図8の三次元画像表示時の三次元画像表示用ピクセル配列に一致させることで容易に実現することができる。

【0075】
さらに、正配置の二次元画像情報から、平行四辺形マトリクス配置の画像データを改めて作成しなおす方法も適用可能である。正格子上のデータとして取得した複数方向から取得した二次元画像情報を、三次元画像表示用の平行四辺形格子上に中心座標が位置する三次元画像表示用画像に組み入れる場合に、これまでに述べたように、最近傍の画素を選択し、整数値を取らず実数値を取る方法が、画像補間処理でいうニアレストネイバ法であるとする、正格子上のデータのうち水平に隣接した二画素（平行四辺形格子なので）から、平行四辺形格子上の座標（実数値）に応じて線形の濃度補間を行う、バイリニア法を適用することも考えられる。同様にバイキュービック法の適用も考えられる。しかしながら本提案では、まず、画像データを再構成しないというメリットを考慮し、ニアレストネイバ法に相当する技術を提案するものである。画像データの再構成の負荷と画質のバランスによっては、バイリニア法、バイキュービック法の三次元画像表示用データ作成も選択可能である。

【実施例】
【0076】
以下、本発明の実施例について説明する。

(実施例 1)

本実施例 1 では、図 19 に示した構造の多眼式三次元画像表示装置を作製した。二次元画像表示装置 14 は液晶表示装置であって、その前面に光線制御子 6 が設けられ、後面にバックラइट 16 が設けられた構成である。

【0077】

具体的には、本実施例 1 では、液晶表示装置として、QUXGA-LCD パネル（画素数 3200×2400 、画面サイズ $480 \text{ mm} \times 360 \text{ mm}$ ）を使用した。この液晶表示装置 14 において、赤、緑、青色の 3 種のサブピクセルは独立して駆動可能である。また、赤、緑、青色の各サブピクセルの幅方向の長さ $50 \mu\text{m}$ であり、縦方向の長さは $150 \mu\text{m}$ である。また、カラーフィルター配列はストライプ配列を使用した。なお、通常の二次元画像表示装置では、横に並んだ赤、緑、青色の 3 つのサブピクセルで 1 つの画素（トリプレット）を構成するが、本例ではこの間隔を解いて用いた。

【0078】

光線制御子 6 は、液晶パネルの画素位置がほぼ焦点距離になるように設計したレンチキュレーションズを用いた。レンズの水平ピッチはサブピクセル幅の 1.2 倍の $600 \mu\text{m}$ より若干狭くし、視距離 1.0 m で眼間距離の $1/2$ ピッチ（ $=32.5 \text{ mm}$ ）で 16 箇所に見光する設計とし、視距離における領域を画面幅相当とした。レンズは垂直から約 14.0 度ずらして設置した。

【0079】

次に、画像作成方法について述べる。それぞれの集光点の位置から（CG の場合は仮想の）カメラで透視投影法により視差画像 16 枚（解像度： $800 (\times \text{RGB}) \times 600$ ）を取得した。そして、図 6 のマッピングに従い、取得した全ての画像情報（ $800 \times \text{RGB} \times 600 \times 16$ 視差情報）を QUXGA パネルにマッピングした。三次元画像表示ピクセルの 4 行毎に左に 1 列シフトさせることで、列情報を維持した。ただし、図 20 に示したように、 $4n+1$ 、 $4n+2$ 行については左端の要素画像が、 $4n+3$ 、 $4n$ 行については右端の要素画像について、視差情報が欠落する（マッピングできない）部分があった。例えば $1 \sim 5$ 視差画像については、 $4n+1$ 行の左端の要素画像を構成するための 1 列 1 行のデータは破壊することになった。6 視差画像情報については要素画像における視差画像番号 6 が配分されたサブピクセルの色に代じた 1 サブピクセル情報のみ、7 視差目については同様に 2 サブピクセル情報のみマッピングし、8 視差画像情報以降は全てマッピングした。

【0080】

以上のように画像情報をマッピングし、前述のレンズを組み合わせて観察したところ、視距離 1.0 m をはじめその前後で多眼式の立体画像を相認することができた（眼間距離の $1/2$ で集光させているので、視距離の前後にも立体視できる領域が発生した）。この多眼式三次元画像については、レンズを斜めにしたことにより、縦解像度パランスが改善されたとともに、空間周波数が 300 cpr 前後のコンテントについては表示面の前後の最大 $\pm 5 \text{ cm}$ 程度の奥行き表示が可能となった。また、非表示部が原因の、観察位置の移動に伴う画面輝度変化は認められたものの、画面内の輝度ムラの発生（モアレ）は抑制されていた。

【0081】

(実施例 2)

本実施例 2 では、図 19 に示した構造の I P 式三次元画像表示装置を作製した。光線制御子の射出瞳のピッチが、画像表示装置のサブピクセルピッチの整数倍に設計することにより、多眼式とは異なり、視距離に集光点が発生させないようにした。以下、実施例 1 との相違点について記載する。

【0082】

レンズの水平ピッチはサブピクセル幅の 4 倍の $600 \mu\text{m}$ とし、領域が ± 15 度になるように設計した。これにより、視距離 1.0 m で画面幅相当の領域（偽像が混入しない）で観察できる領域）を確保することができ、レンズの傾きは約 14.0 度とした。視距離

10

20

30

40

50

において、画面中央に注視点を設定し、（CG の場合は仮想の）カメラで水平方向が平行投影、垂直方向が透視投影法による視差画像 28 枚を取得した。視距離に集光点を設けないうために、視距離から取得した透視投影画像を用いることができない I P 方式において、その視距離で領域を最大化しようとした場合、視距離に集光点を設ける多眼式より視差画像取得数（画像取得カメラ位置）は多くなる。隣接する射出瞳同士で光線が平行になるようにした本実施例においても、基準視差数（ $=16$ ）に対し、取得する平行投影視差画像（カメラ画像）数が多くなる。詳細は本出願人による特許出願（特願 2002-382389 号参照）。ここでは、視差画像は $800 (\times \text{RGB}) \times 600$ の解像度で 28 方向より取得した。そして基本的に図 6 に示すマッピングに従い $800 \times \text{RGB} \times 600 \times 28$ 視差情報をマッピングした。ただし、陪差を考慮した I P 方式では各要素画像からの画像情報が領域内で観察できるようにするために、離散的に（基準視差数 + 1）視差の要素画像を扶むことで、擬似的に要素画像幅 $>$ 射出瞳ピッチ（設計にすることができ）の形状は図 21 と若干異なる（図 23 参照）。また、視差画像番号 1 ～ 17 からなる要素画像が繰り返されるが、要素画像 1 と同じ面結だが、視差画像番号 2 ～ 17 からなる要素画像が繰り返されるが、要素画像の形状は図 21 と若干異なる（図 23 参照）。

【0083】

また、I P 方式であるがゆえ、28 枚の視差画像を全て等しい解像度 $800 (\text{H}) \times 600 (\text{V})$ で取得すると、使用しない画像情報が本質的に発生してしまう（詳細は、本出願人による特許出願（特願 2002-382389 号）参照）が、これに加えて実施例 1 と同様、画面端の要素画像について視差情報を破壊する箇所がある（図 20 参照）。

【0084】

以上、多眼式に比べて若干複雑ではあるが、 800×600 の画像情報をマッピング、前述のレンズを組み合わせて観察したところ、視距離 1 m を基準とした領域内で I P 式の立体画像を相認することができた。この I P 式三次元画像については、縦解像度パランスが改善することで画質が向上するとともに、最大、表示面の前後 $\pm 5 \text{ cm}$ の奥行き表示が可能となった。また、非表示部が原因で発生する画面内の輝度ムラ（モアレ）が観察されないとともに、観察位置に依存した輝度変化も完全に抑制された。また、視距離で集光点がない I P 方式の特徴である滑らかな運動視差も実現された。

【0085】

(実施例 3)

本実施例 3 では、実施例 2 とほぼ同様だが、基準視差数を 25 と増やした設計を採用した。光線制御子は、液晶パネルの画素位置が焦点距離になるように設計したレンチキュレーションズを用いた。レンズの水平ピッチはサブピクセル幅の 1.5 倍の $750 \mu\text{m}$ とし、傾きを約 11.3 度とした。

【0086】

視距離において、画面中央を注視点を設定した（CG の場合は仮想の）カメラで垂直、水平とも平行投影法により視差画像 44 枚を取得した。この視差画像の解像度は $640 (\times \text{RGB}) \times 480$ とした。基本的に図 8 のマッピングに従い $640 \times \text{RGB} \times 480 \times 44$ 視差情報をマッピングした。図 12 に示したように、三次元画像表示ピクセルの 5 行毎に三次元画像表示ピクセル幅だけ左にシフトさせて列情報を維持した。また、 $5n+1$ 、 $5n+2$ 行については左端の 2 つの要素画像が、 $5n+3$ に因しては両端の、 $4n+4$ 、 $5n$ 行については右端の 2 つの要素画像が、視差情報が欠落する（マッピングできない）部分があった。

【0087】

以上、多眼式に比べて若干複雑ではあるが、 640×480 の画像情報をマッピング、前述のレンズを組み合わせて観察したところ、視距離 1.0 m を基準とした領域内で I P 式の立体画像を相認することができた。この I P 式三次元画像については、縦解像度パランスが改善することで画質が向上するとともに、最大、表示面の前後 $\pm 15 \text{ cm}$ の奥行き表示が可能となった。また、非表示部が原因で発生する画面内の輝度ムラ（モアレ）が

10

20

30

40

50

観察されないとともに、観察位置に依存した輝度変化も完全に抑制された。また、視距離で集光点がないI P方式の特徴である滑らかな運動視差も実現された。

【0088】
（実施例4）
本実施例4では、実施例2とほぼ同様だが、カラーフィルター配列がモザイクの表示バネを採用した。以下、実施例2との相違点について記載する。

【0089】
800（ $\text{X} \times \text{RGB}$ ） \times 600の解像度で取得した28の視差画像について、図9に示すマッピングに従い800 \times RGB \times 600 \times 28の視差情報をマッピングした。I P方式では各要素画像からの画像情報が領域内で観察できるようにするために、離散的に（基準視差数+1）視差の要素画像を発生させた。これにレンズを組み合わせて観察したところ、視距離1mを基準とした領域内でI P式の立体画像を観認することができた。

【0090】
このI P式三次元画像については、縦横解像度パランスが改善することで画質が向上するとともに、最大、表示面の前後士5cmの奥行き表示が可能となった。また、非表示部が原因で発生する画面内の輝度ムラ（モアレ）が観察されないとともに、観察位置に依存した輝度変化も完全に抑制された。また、視距離で集光点がないI P方式の特徴である滑らかな運動視差も実現された。さらには、モザイク配列のカラーフィルタを採用したことから、レンズ越しに観察されるRまたはBまたはGがより分散され、RまたはBまたはGとして視認される領域が連続することによる表示阻害が抑制される傾向があった。

【0091】
（比較例1）
実施例1と同様の多眼式三次元表示装置において、レンズの傾きを9.5度と特許文献1相当に変更、これに応じてレンズの水平幅は16サブピクセルの1/2である、8サブピクセル幅相当の400 μm とし、これに応じたマッピングも特許文献1と同様に実施した。この設計においては三次元画像の解像度は以下のようなようになった。
$$a = 1/2$$
$$\text{したがって } (3200 \times 3 \div 16 \div a) : (2400 \div 3 \times a) = 1200 : 400$$

【0092】
すなわち、垂直解像度に比較して水平解像度が高い状態となった。よって、H（1200） \times V（900）の視差画像を取得、水平情報を4/9の割合で取得（5/9を破壊）して画像情報をマッピングした。すなわち、無駄な視差画像情報の取得する分、画像作成に時間を要し、また視差方向から取得した各視差画像データを一時保存するためのメモリ容量もより大きなものを必要とした。また、表示された画像の解像度のパランスが悪く、水平情報に比較して垂直情報が乏しい印象を与えた。また、クロストーク量が実施例に比較して多く、表示面の前後士3cmの奥行き表示に抑制された。また、既存の解像度のコンテンツを表示する場合に、H（1200） \times V（400）の解像度に直す必要が生じ、汎用性に乏しいデバイスとなった。

【0093】
（比較例2）
実施例2と同様のI P式三次元表示装置において、レンズの傾きを18.4度とした。この傾きの場合、垂直解像度を水平解像度に振り分ける効果がない。そのため、レンズの水平幅は16サブピクセル幅相当の800 μm とし、これに応じたマッピング（斜め方向に連続したRGBサブピクセルでグルーピング）を実施した。この設計においては三次元画像の解像度は以下のようなになった。

$$a = 1$$
$$\text{したがって } (3200 \times 3 \div 16 \div a) : (2400 \div 3 \times a) = 600 : 800$$

【0094】
すなわち、水平解像度に比較して垂直解像度が高い状態となった。よって、H（1600） \times V（1200）の視差画像を取得、水平方向に関しては3/8、垂直方向に関しては50

は2/3のデータのみを取得、残りを破壊して画像情報をマッピングした。すなわち、破壊するデータがある分、視差画像情報の取得に時間を要した。また、表示された画像の解像度のパランスが悪く、垂直情報が比較して水平情報が乏しい印象を与えた。また、既存の解像度のコンテンツを表示する場合に、H（600） \times V（800）の解像度に直す必要が生じ、汎用性に乏しいデバイスとなった。

【図面の簡単な説明】

【0095】
【図1】本発明の一実施形態による三次元画像表示装置における二次元画像表示要素装置の要素列と、光線制御子の単一の射出瞳を經由して単眼で観察される領域の傾き角を示す図。

【図2】本発明の一実施形態による三次元画像表示装置の概要を説明する図。

【図3】従来の三次元画像表示装置における二次元画像表示装置の要素列と、光線制御子の単一の射出瞳を經由して単眼で観察される領域の傾き角を示す図。

【図4】本発明の一実施形態による三次元画像表示装置を単眼で観察した際のRGBサブピクセルの配置を示す図。

【図5】従来の三次元画像表示装置を単眼で観察した際のRGBサブピクセルの配置を示す図。

【図6】本発明の一実施形態の特性を示す図であって、図6（a）は光線制御子の単一の射出瞳の傾きを $\arctan(1/4)$ にした際の、ストライプ配列のカラーフィルタを用いた表示要素系子上への視差画像の配置を示す図であり、図6（b）は複数の要素画像の相対位置を示す図である。

【図7】本発明の一実施形態の特性を示す図であって、図7（a）光線制御子の単一の射出瞳の傾きを $\arctan(1/4)$ にした際のストライプ配列のカラーフィルタを用いた表示要素系子上への複数の要素画像の配置を示す図であり、図7（b）は、図7（a）に示す要素画像と組み合わせる光線制御子の外観を示す図。

【図8】本発明の一実施形態の三次元画像表示装置において、光線制御子の単一の射出瞳の傾きを $\arctan(1/4)$ にした際の、異なる複数の方向から平行投影法により低解像度で取得した視差画像を構成する要素情報の、三次元画像表示装置への割り振りを示す図である。

【図9】本発明の一実施形態の三次元画像表示装置において、光線制御子の単一の射出瞳の傾きを $\arctan(1/4)$ にした際の、モザイク配列のカラーフィルタを用いた表示要素系子上への視差画像の配置を示す図。

【図10】本発明の一実施形態の三次元画像表示装置において、光線制御子の単一の射出瞳の傾きを $\arctan(1/4)$ にした際のモザイク配列のカラーフィルタを用いた表示要素系子上への複数の要素画像の配置を示す図。

【図11】本発明の一実施形態の特性を示す図であって、図11（a）は光線制御子の単一の射出瞳の傾きを $\arctan(1/5)$ にした際の、ストライプ配列のカラーフィルタを用いた表示要素系子上への視差画像の配置を示す図、図11（b）は複数の要素画像の相対位置を示す図。

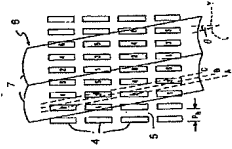
【図12】本発明の一実施形態において、光線制御子の単一の射出瞳の傾きを $\arctan(1/5)$ にした際のストライプ配列のカラーフィルタを用いた表示要素系子上への複数の要素画像の配置を示す図。

【図13】本発明の一実施形態において、光線制御子の単一の射出瞳の傾きを $\arctan(1/5)$ にした際のモザイク配列のカラーフィルタを用いた表示要素系子上への視差画像の配置を示す図。

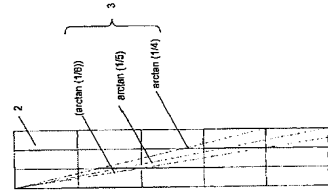
【図14】本発明の一実施形態において、光線制御子の単一の射出瞳の傾きを $\arctan(1/5)$ にした際のモザイク配列のカラーフィルタを用いた表示要素系子上への複数の要素画像の配置を示す図。

【図15】傾きがない光線制御子を經由して視認される視差画像番号を示す図。
【図16】傾き角が $\arctan(1/6)$ である光線制御子の単一の射出瞳を經由して視認さ

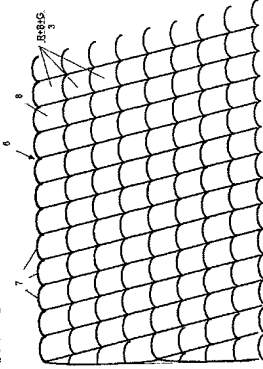
【図 2】



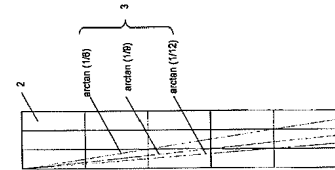
【図 1】



【図 4】



【図 3】

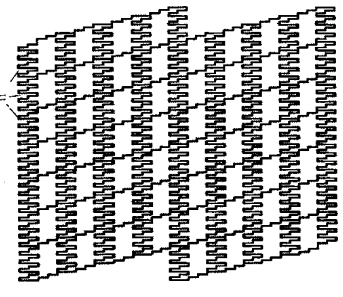


れる視差画像番号を示す図。
【図 17】傾き角が $\arctan(1/4)$ である光線制御子の単一の射出瞳を経由して確認される視差画像番号を示す図。
【図 18】傾き角が $\arctan(1/5)$ である光線制御子の単一の射出瞳を経由して確認される視差画像番号を示す図。
【図 19】本発明の実施例 1 による三次元画像表示装置の構成を示す図。
【図 20】画面端の要素画像の形状の一例を示す図。
【図 21】基準視差数から成る要素画像の発生を示す図。
【図 22】三次元画像表示装置の視域を最大化する目的で発生した基準視差数 + 1 から成る要素画像の発生を示す図。
【図 23】基準視差数から成る要素画像と、基準視差数 + 1 から成る要素画像の分布の様子を示す図。
【図 24】三次元画像表示装置の一般的な構成を示す図。
【図 25】水平方向と垂直方向の解像度の低下の割合を一致させた場合の、視差数 N と、垂直解像度が水平解像度に割り振られる割合 a と、要素画像サイズとの関係を示す図。

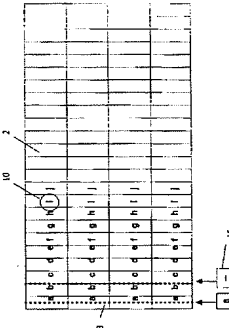
【符号の説明】

- 【0096】
- 2 サブピクセル
- 3 表示素子上に焦点を一致させた光線制御子の単一の射出瞳を経由して単眼で観察される領域
- 4 サブピクセル開口部
- 5 フラックマトリクス
- 6 光線制御子
- 7 レンチキュラーレンズ
- 8 三次元画像表示用ピクセル
- 9 三次元表示用サブピクセル
- 10 視差画像番号
- 11 単一の射出瞳に対応した要素画像が表示された範囲
- 12 ある方向から取得した視差画像（二次元画像）
- 13 視差画像を構成するピクセル
- 14 二次元画像表示素子
- 15 光線制御子を経由して観察される視差番号の割合
- 16 バックライト

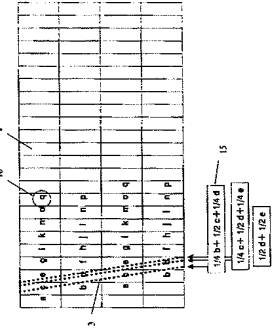
【図14】



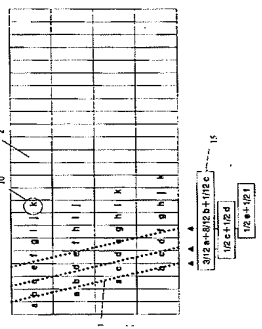
【図15】



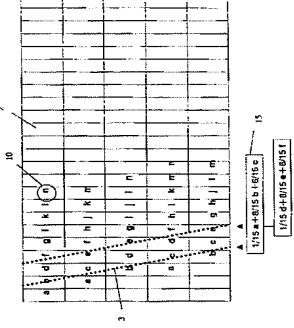
【図16】



【図17】



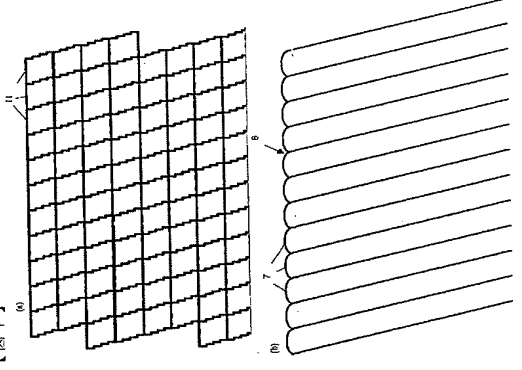
【図18】



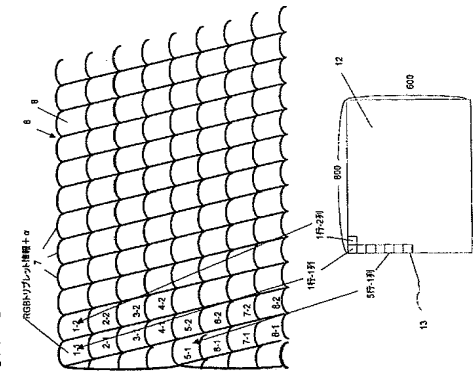
【図19】



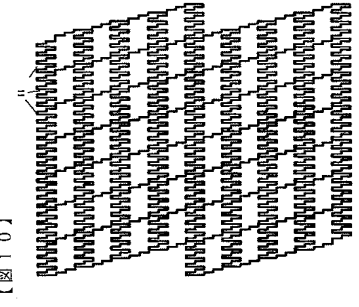
【図7】



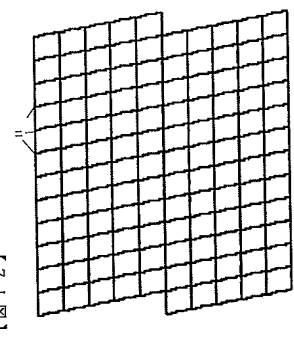
【図8】

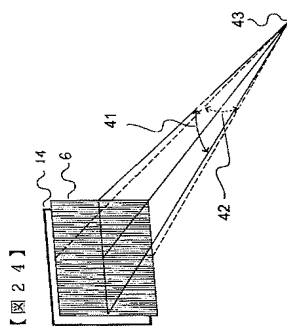
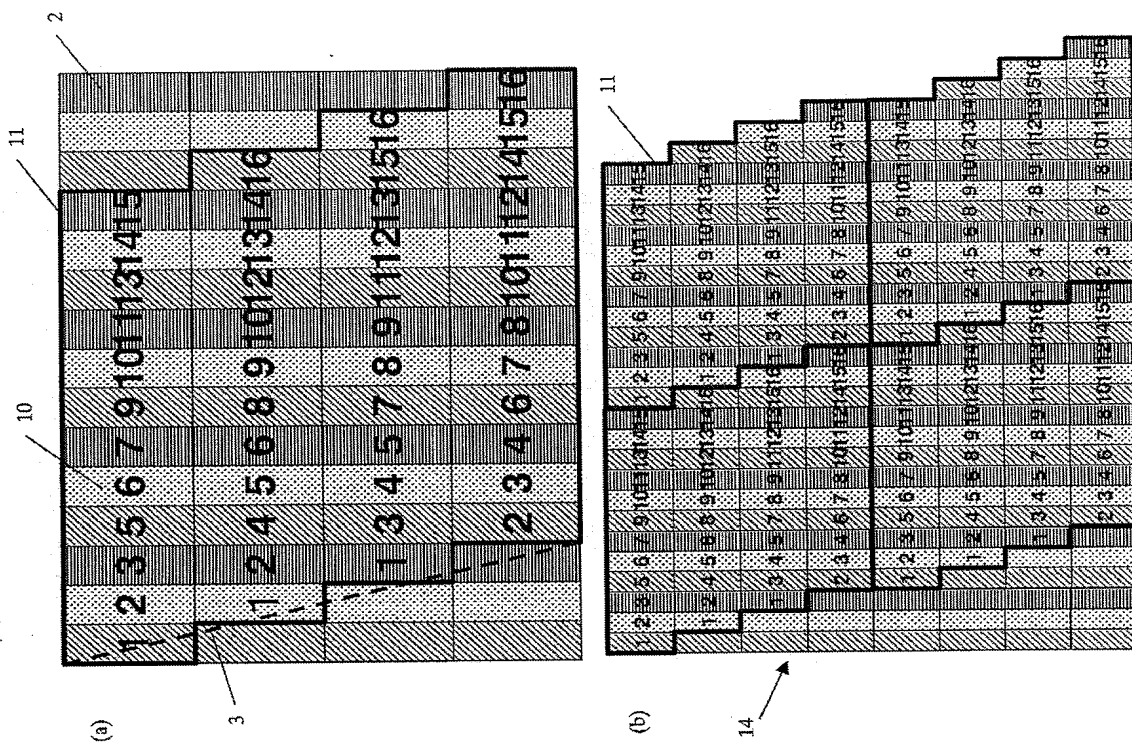
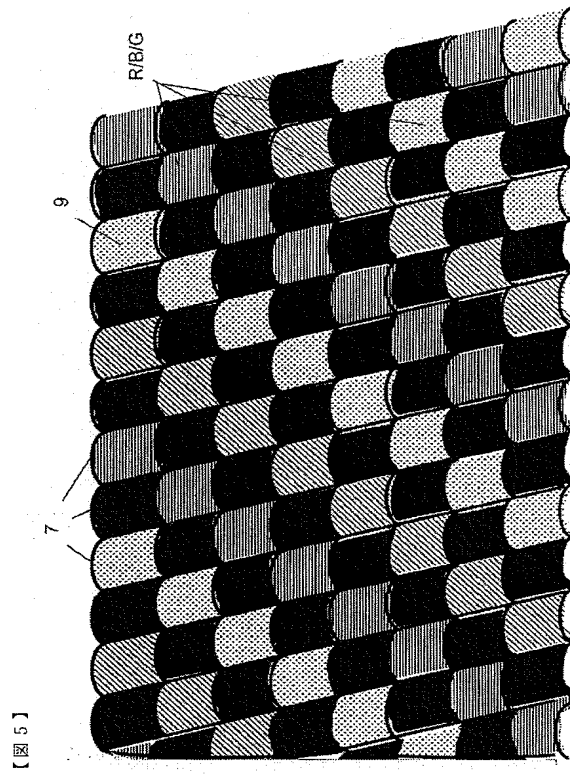


【図10】

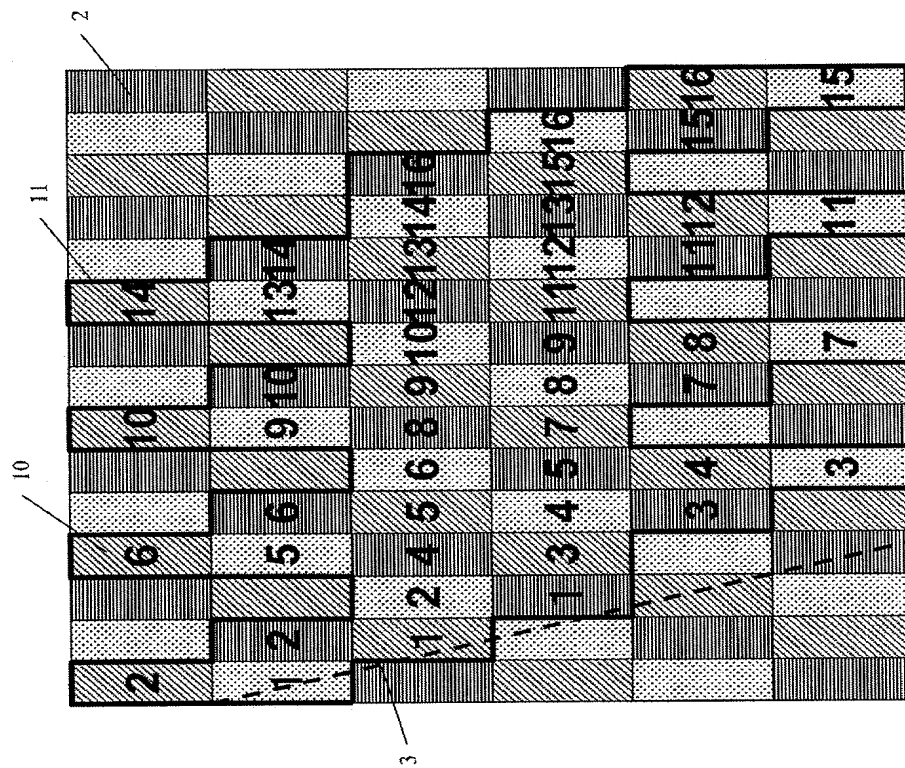


【図12】

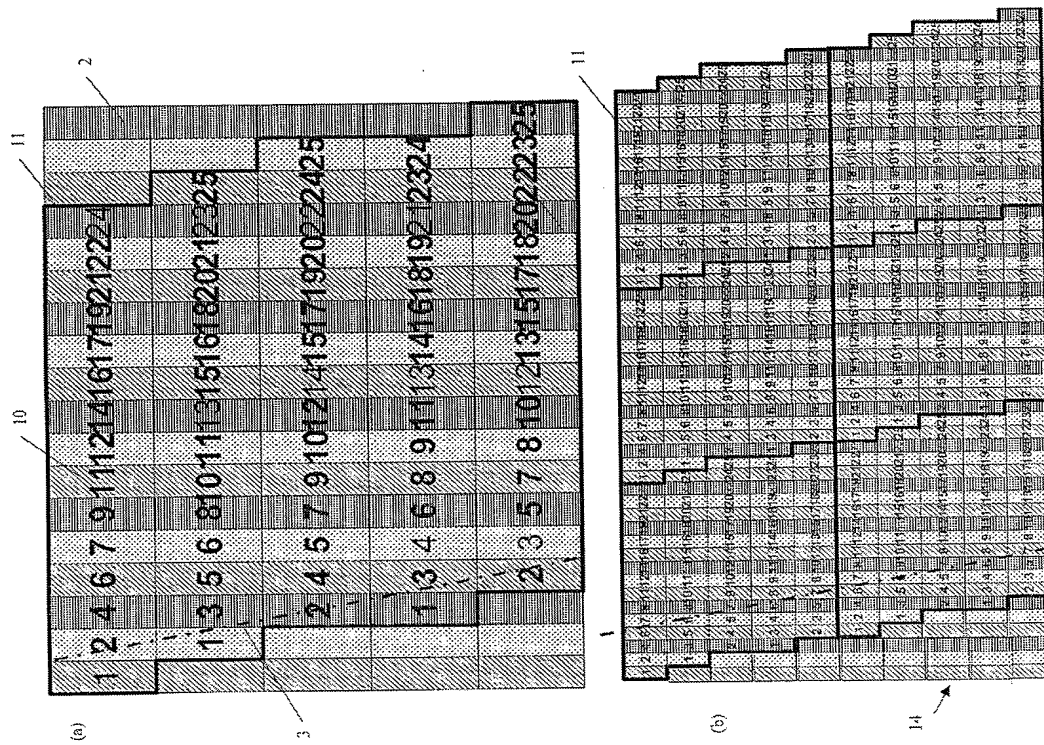


[illegible]

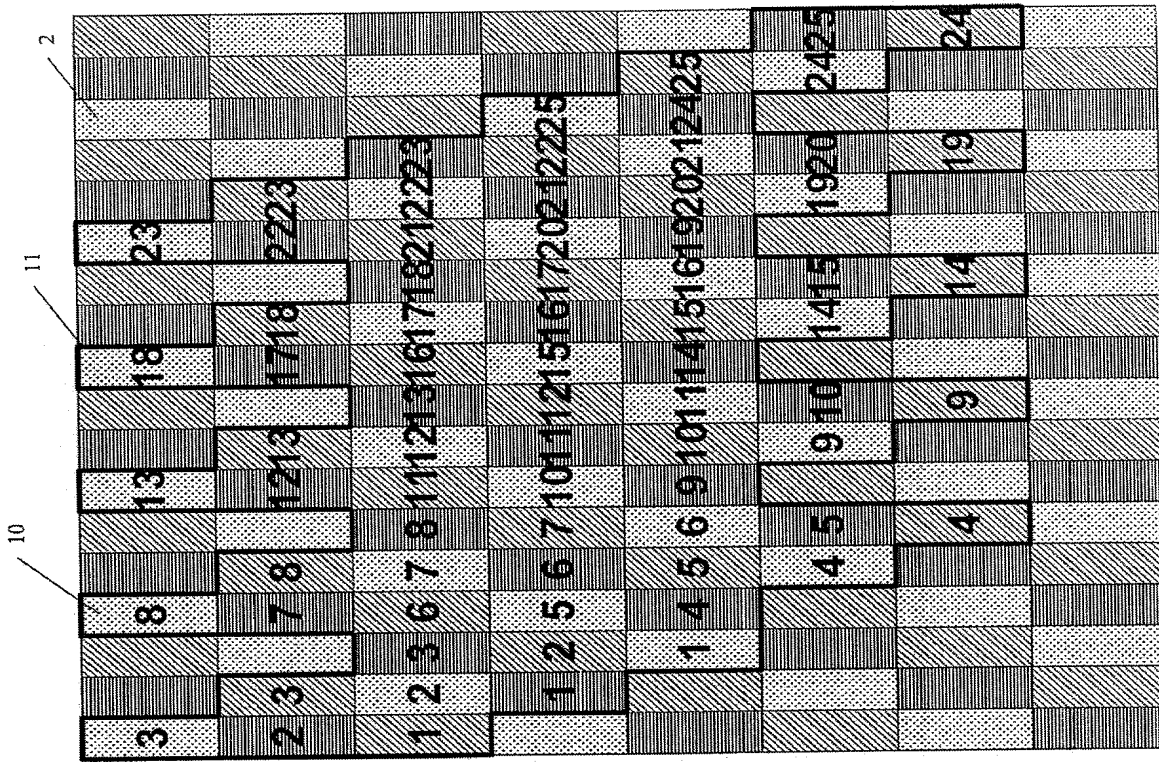
【図 9】



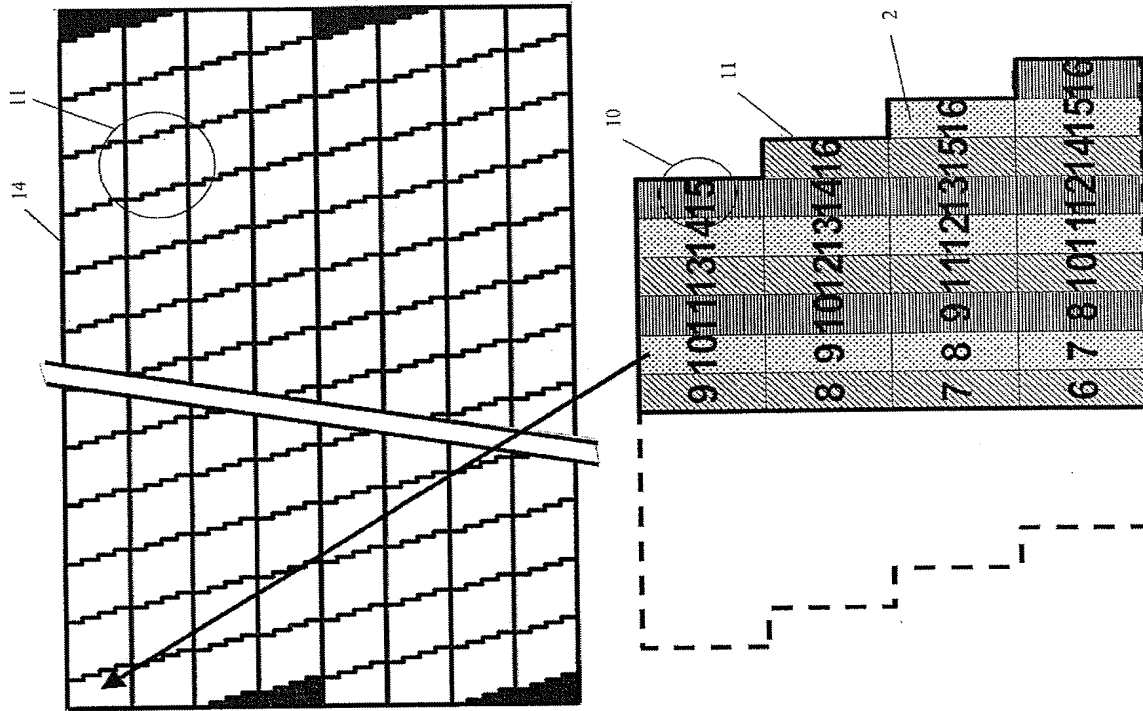
【図 11】



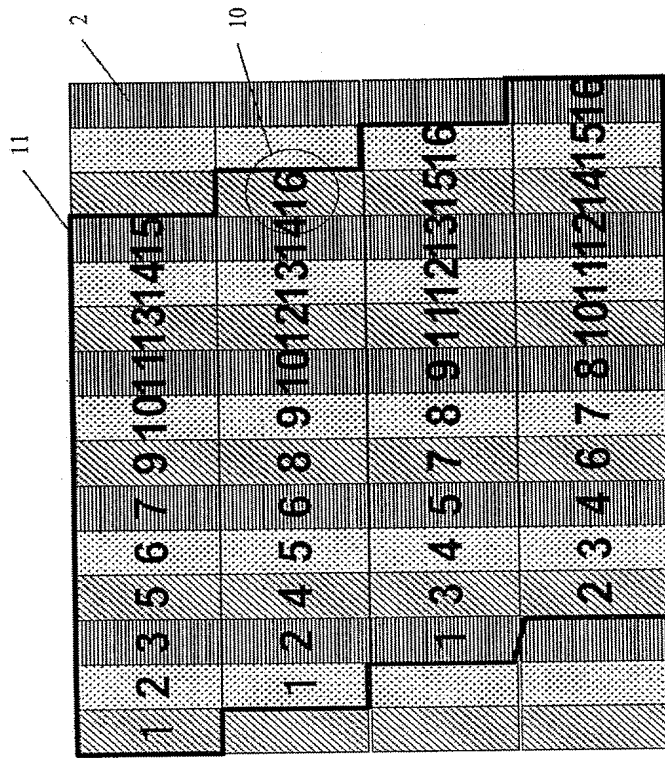
【図13】



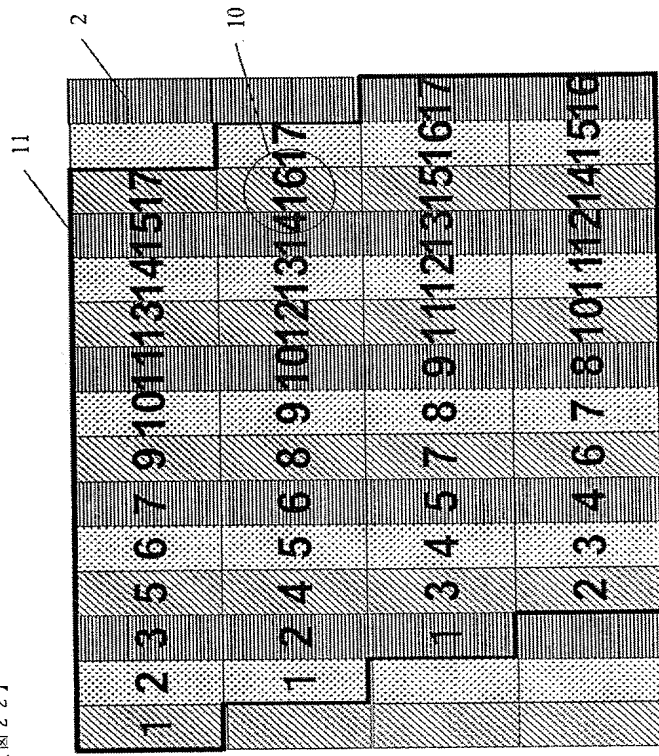
【図20】



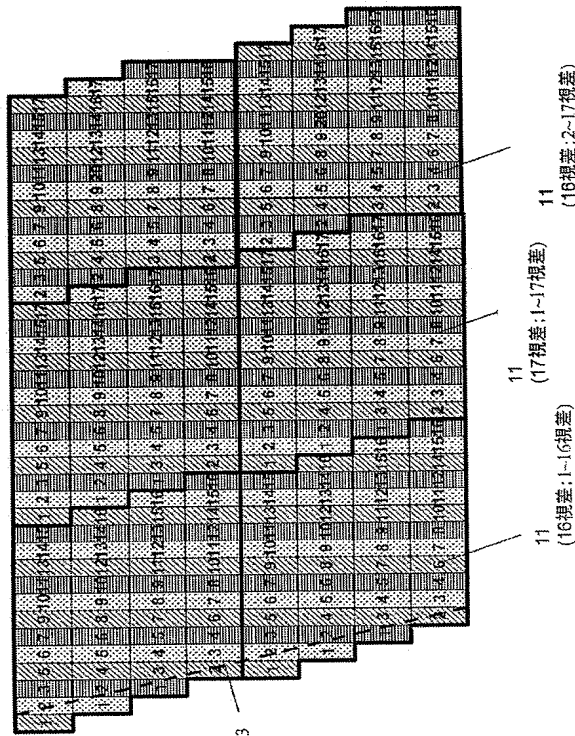
【図 21】



【図 22】



【図23】



フロントページの続き

- (72)発明者 福 島 理恵子
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 巖 倉 遼 夫
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 平 和 樹
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 平 山 雄 三
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内